

J. Bortz G. A. Lienert

Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung

Leitfaden
für die verteilungsfreie Analyse
kleiner Stichproben

2., aktualisierte und bearbeitete Auflage

Mit 11 Abbildungen und 91 Tabellen
sowie zahlreichen Formeln



Springer

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einführung in die Inferenzstatistik | 1 |
| 1.1 | Zum Begriff „Wahrscheinlichkeit“ | 3 |
| 1.1.1 | Theoretische und empirische Wahrscheinlichkeit | 5 |
| 1.1.2 | Additions- und Multiplikationssatz | 6 |
| 1.1.3 | Punktwahrscheinlichkeit | 7 |
| 1.1.4 | Überschreitungswahrscheinlichkeit | 12 |
| 1.1.5 | Einseitige und zweiseitige Überschreitungswahrscheinlichkeit | 13 |
| 1.2 | Statistische Hypothesenprüfung | 14 |
| 1.2.1 | Versuchsplanung | 14 |
| 1.2.2 | Die statistischen Hypothesen | 30 |
| 1.2.3 | Die Grundstruktur statistischer Hypothesentests | 34 |
| 1.2.4 | Exakte und asymptotische Signifikanztests | 41 |
| 1.2.5 | Statistische Signifikanz und klinische Bedeutsamkeit | 48 |
| 1.2.6 | Verteilungsfreie und parametrische Tests | 56 |
| | | |
| 2 | Testmethoden für Häufigkeiten | 61 |
| 2.1 | Der Vergleich einer beobachteten Häufigkeitsverteilung von Alternativdaten mit einer erwarteten Verteilung | 63 |
| 2.1.1 | Der Binomialtest | 63 |
| 2.1.2 | Der Chi-Quadrat-Anpassungstest für Alternativdaten | 67 |
| 2.2 | Der Vergleich einer beobachteten Häufigkeitsverteilung von Kategorialdaten mit einer erwarteten Verteilung | 70 |
| 2.2.1 | Der Multinomialtest | 71 |
| 2.2.2 | Der Mehrfelder-Chi-Quadrat-Test (Goodness-of-Fit-Test) | 74 |
| 2.3 | Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben bezüglich eines zweifach gestuften Merkmals | 81 |
| 2.3.1 | Der Fisher-Yates-Test | 82 |
| 2.3.2 | Der Vierfelder-Chi-Quadrat-Test | 86 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 2.4 | Der Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben bezüglich eines zwei- oder mehrfach gestuften Merkmals | 91 |
| 2.4.1 | Der Freeman-Halton-Test | 92 |
| 2.4.2 | Der $k \times 2$ -Felder-Chi-Quadrat-Test | 96 |
| 2.4.3 | Der $k \times m$ -Felder-Chi-Quadrat-Test | 103 |
| 2.4.4 | Der Fuchs-Kenett-Ausreißertest (FKA-Test) als Einfeldertest | 111 |
| 2.5 | Der Vergleich abhängiger Stichproben bezüglich eines zwei- oder mehrfach gestuften Merkmals | 115 |
| 2.5.1 | Der Chi-Quadrat-Test von McNemar | 116 |
| 2.5.2 | Der Marginalhomogenitätstest von Lehmacher | 121 |
| 2.5.3 | Der Symmetrietest von Bowker | 125 |
| 2.5.4 | Der Q-Test von Cochran | 129 |
| 3 | Testmethoden für Rangdaten | 133 |
| 3.1 | Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben | 134 |
| 3.1.1 | Der Mediantest | 134 |
| 3.1.2 | Der U-Test von Mann-Whitney | 138 |
| 3.1.3 | Pretest-Posttest-Pläne für 2 unabhängige Stichproben (Solomon-Pläne) | 148 |
| 3.2 | Der Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben | 151 |
| 3.2.1 | Die Extension des Mediantests | 151 |
| 3.2.2 | Der H-Test von Kruskal und Wallis | 154 |
| 3.2.3 | Der Trendtest von Jonckheere | 162 |
| 3.2.4 | Pretest-Posttest-Pläne für k unabhängige Stichproben | 168 |
| 3.3 | Der Vergleich zweier abhängiger Stichproben | 172 |
| 3.3.1 | Der Vorzeichentest | 174 |
| 3.3.2 | Der Vorzeichenrangtest von Wilcoxon | 177 |
| 3.4 | Der Vergleich mehrerer abhängiger Stichproben | 185 |
| 3.4.1 | Die Rangvarianzanalyse von Friedman | 186 |
| 3.4.2 | Der Trendtest von Page | 191 |
| 3.5 | Beurteilung von Verlaufskurven | 194 |
| 3.5.1 | Der T_1 -Test für den Behandlungs-Kontrollgruppen- Vergleich | 195 |
| 3.5.2 | Der T_2 -Test für den Vor-Nachbehandlungs- Vergleich | 199 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4 | Testmethoden für Kardinaldaten | 203 |
| 4.1 | Der Vergleich zweier oder mehrerer Stichproben | 204 |
| 4.1.1 | Fisher-Pitmans-Randomisierungstest für 2 unabhängige Stichproben | 204 |
| 4.1.2 | Fishers Randomisierungstest für 2 abhängige Stichproben | 207 |
| 4.1.3 | Mehrstichprobenextensionen | 212 |
| 4.1.4 | Der Kolmogoroff-Smirnov-Omnibustest (KSO-Test) | 216 |
| 4.1.5 | Der KSO-Test für „Überlebenskurven“ | 222 |
| 4.2 | Der Vergleich einer beobachteten Verteilung mit einer erwarteten Verteilung | 226 |
| 4.2.1 | Der Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest (KSA-Test) | 226 |
| 4.2.2 | Der KSA-Test mit Lilliefors-Schranken | 229 |
| 5 | Zusammenhangsmaße und deren Tests | 233 |
| 5.1 | Zusammenhangsmaße für Häufigkeitsdaten | 234 |
| 5.1.1 | Der Phi-Koeffizient | 235 |
| 5.1.2 | Weitere Kennwerte für Vierfeldertafeln | 237 |
| 5.1.3 | Cramér's Index CI für $k \times 2$ - und $k \times m$ -Tafeln | 247 |
| 5.1.4 | Der Kontingenzkoeffizient | 251 |
| 5.2 | Zusammenhangsmaße für Rangdaten | 252 |
| 5.2.1 | Die Rangkorrelation von Spearman | 253 |
| 5.2.2 | Die biseriale Rangkorrelation | 256 |
| 5.2.3 | Die partielle Rangkorrelation | 259 |
| 5.2.4 | Die multiple Rangkorrelation | 262 |
| 5.2.5 | Die Rangkorrelation von Kendall | 266 |
| 5.2.6 | Die Zwillingskorrelation von Whitfield | 278 |
| 6 | Übereinstimmungsmaße für subjektive Merkmalsbeurteilungen | 285 |
| 6.1 | Urteilerübereinstimmung bei kategorialen Daten | 286 |
| 6.1.1 | Der Kappa-Koeffizient von Cohen für 2 Beurteiler | 286 |
| 6.1.2 | Der Kappa-Koeffizient von Fleiss für mehrere Beurteiler | 290 |
| 6.2 | Urteilerübereinstimmung bei Rangdaten | 296 |
| 6.2.1 | Der „Weighted-kappa-Koeffizient“ von Cohen | 296 |
| 6.2.2 | Der Konkordanz-Koeffizient von Kendall | 300 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| 7 | Verteilungsfreie Sequenzialstatistik | 305 |
| 7.1 | Der sequenzielle Binomialtest | 306 |
| 7.1.1 | Einseitiger Test | 307 |
| 7.1.2 | Vorschätzung des Stichprobenumfangs | 311 |
| 7.2 | Der Sequenzialtest für die Zufallsmäßigkeit von Alternativdaten | 314 |
| | | |
| 8 | Verteilungsfreie Analyse von Abfolgen und Zeitreihen | 321 |
| 8.1 | Die Zufallsmäßigkeit einer Abfolge | 322 |
| 8.1.1 | Der Iterationshäufigkeitstest von Stevens | 322 |
| 8.1.2 | Der Folgevorzeichen-Iterationstest von Wallis und Moore | 328 |
| 8.2 | Trends in einer Zeitreihe | 332 |
| 8.2.1 | Der Trendtest von Meyer-Bahlburg | 333 |
| 8.2.2 | Der Rangkorrelationstest | 335 |
| 8.3 | Die zeitliche Verteilung von Ereignissen | 338 |
| 8.3.1 | Der Okkupanzentest von Stevens und David | 339 |
| 8.3.2 | Der Ereignishäufungstest | 342 |
| 8.3.3 | Der Häufungstrendtest von Ereignissen | 345 |
| 8.3.4 | Der Sprungstellen-Detektionstest | 347 |
| 8.4 | Homogenität mehrerer Abfolgen | 349 |
| | | |
| 9 | Weiterführende und neuere Methoden | 351 |
| | | |
| Anhang | | |
| | Verzeichnis der Tafeln | 357 |
| | Tafel A bis Tafel W | 358 |
| | Literaturverzeichnis | 415 |
| | Namenverzeichnis | 421 |
| | Sachverzeichnis | 423 |